

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 273 795 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2005 Patentblatt 2005/28

(51) Int Cl.7: **F02M 59/26**, F02M 59/20,
F02D 1/16

(21) Anmeldenummer: **02008887.8**

(22) Anmeldetag: **20.04.2002**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff

Method and apparatus for injecting fuel

Procédé et dispositif d'injection de combustible

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **04.07.2001 DE 10132363**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(73) Patentinhaber: **Caterpillar Motoren GmbH & Co.
KG
24159 Kiel (DE)**

(72) Erfinder: **Schlemmer-Kelling, Udo
24113 Schulensee (DE)**

(74) Vertreter: **Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte
Hansmann-Klickow-Hansmann
Jessenstrasse 4
22767 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**AT-B- 311 727 DE-A- 19 721 841
GB-A- 2 014 656**

EP 1 273 795 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Dieselmotors, über eine Einspritzdüse, die mittels einer Druckleitung mit einer Einspritzpumpe verbunden ist, welche einen Pumpenkolben aufweist, wobei eine Steuereinrichtung, wie eine Exzentereinrichtung, zur Verstellung des Förderbeginns zwischen dem Pumpenkolben und einer Nockenwelle angeordnet ist.

[0002] Es hat sich durch verschärfte Anforderungen an Verbrauch und Abgasemission gezeigt, daß ein unveränderlicher Förderbeginn des Kraftstoffs nicht mehr zu vertreten ist. Im Zusammenhang mit gesetzlichen Emissionsbeschränkungen ist es erforderlich, durch Verlegung des Zündzeitpunktes den NOx-Ausstoß zu beeinflussen. Dies kann beispielsweise durch die Verwendung einer besonderen obenliegenden Steuerkante am Pumpenkolben, mit der eine regelweg- und damit lastabhängige Förderbeginnverstellung erreichbar ist. Die Geometrie von aufeinander abgestimmter Steuerkante und Steuerbohrung erlaubt keine beliebige Förderbeginnänderung über den Regelweg. Diese Förderbeginnänderung wird auch erzielt, wenn eine motorseitige Lagerstelle eines Schwinghebels im Antrieb der Einspritzpumpe als Exzenter ausgebildet ist, so daß durch ein Verstellen des Exzenters eine Förderbeginnänderung in Richtung "früh" oder "spät" vorgenommen werden kann (Handbuch Dieselmotor, Klaus Mollenhauer, Springer-Verlag 1997, S. 207).

[0003] Nach der DE 19 72 18 41 A1 ist ein Verfahren zur Steigerung einer Einspritzpumpe für die Kraftstoffeinspritzung bekannt. Durch eine Stellbewegung eines Schwinghebels wird die Kolbenbewegung verstellt und der Förderbeginn durch ein Magnetventil gesteuert.

[0004] Ferner ist nach der AT 311 727 B bekannt, einen Förderbeginn durch eine Steuerkarte des Kolbens zu bestimmen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Dieselmotors zu schaffen, mit dem schädliche Abgasemissionen in einfacher Weise bei vorbestimmten Lastzuständen des Motors herabsetzbar sind.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Verfahrensmerkmale der Ansprüche 1 und 2 gelöst, wobei zur Durchführung des Verfahrens weiterbildende Vorrichtungsmerkmale in den Ansprüchen 3 bis 5 dargestellt sind.

[0007] Damit der Einspritzzeitpunkt in Richtung "früh" erzielbar ist, das heißt, wenn der Förderbeginn sowie der Einspritzzeitpunkt entsprechend vor einer OT-Stellung erfolgt, wird eine sogenannte Rußbildung bei Teil- und Schwachlast vermieden. Hierzu wird bei einer Verstellung des Pumpenkolbens in der Einspritzpumpe bei Teillast- und Schwachlast ein hoher Einspritzdruck an der Einspritzdüse erzielt, der in einem Bereich von etwa minus 20° bis minus 10° des Kolbenwinkels vor OT des

Motorkolbens und in einem Bereich der Geschwindigkeit des Pumpenkolbens von etwa 2,5 bis 3,5 m/s liegt. Der hohe Einspritzdruck bei einem Kurbelwinkel von etwa minus 14° vor OT des Motorkolbens und bei einer Geschwindigkeit von etwa 3 m/s des Pumpenkolbens liegt. Durch diese Maßnahme wird sowohl der Einspritzzeitpunkt vorverlegt, als auch der Förderbeginn des Kraftstoffs.

[0008] Der frühe Förderbeginn und Einspritzzeitpunkt wird erreicht, indem der Pumpenkolben der Einspritzpumpe mit seiner Steuerkante über eine Regelstange in eine Förderstellung in Richtung "spät" verdrehbar ist und dieser Verdrehbewegung "spät" eine axiale Stellbewegung zum korrespondierenden Einspritzbeginn in Richtung "früh" über eine mit dem Pumpenkolben wirkverbundenen Steuereinrichtung, wie eine Exzentereinrichtung, überlagert ist. Durch diese kombinierte kontinuierliche Verstellung des Pumpenkolbens kann eine optimale frühe Einspritzung erfolgen, die zudem bei hoher Kolbengeschwindigkeit erzielt wird, wodurch ein relativ hoher Einspritzdruck gewährleistet ist.

[0009] Die axiale Verstellung des Pumpenkolbens erfolgt in Abhängigkeit von der Kolbenstellung des Motors und hierzu weist die Exzentereinrichtung einen auf einem Exzenter gehaltenen Schwinghebel auf, der mit seinem freien Ende mittels einer Rolle zwischen dem Pumpenkolben und einer Nockenwelle angeordnet ist und über den Exzenter zur Nockenwelle in eine Einspritzstellung in Richtung "früh" einstellbar ist. Diese Exzentereinstellung ermöglicht es, in einfacher Weise durch Verstellen des Exzenters eine Förderbeginn in Richtung "früh" oder "spät" vorzunehmen, das heißt, die Rolle kann zum Nocken der Nockenwelle entsprechend eingestellt werden, so daß erfindungsgemäß bei Teillast bzw. Schwachlast die Verstellung in Richtung "früh" wählbar ist und danach beispielsweise bei Volllast nachfolgend wieder eine Verstellung in Richtung "spät" oder in anderer Weise vorgenommen werden kann.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm mit einem über die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens zum Kurbelwinkel aufgetragenen Kurvenverlauf mit Förderbeginn und "frühen und/späten" Einspritzzeit,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit Einspritzpumpe und axialer Verstellung und Drehverstellung des Pumpenkolbens.

[0011] Ein Einspritzen des Kraftstoffs in einen Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine 1 beispielsweise eines Dieselmotors, erfolgt mittels einer kraftstofffördernden Pumpeneinheit 2, die über eine Druckleitung 3 mit einer Einspritzdüse 4 verbunden ist. Die Einspritzpumpe 2 weist einen verstellbaren Pumpenkolben 5 mit

einer Steuerkante 6 sowie einer Langsnut 7 auf.

[0012] Eine Verstellung des Pumpenkolbens 5 zur Regelung der Fördermenge erfolgt mittels einer Regelstange 15 oder der gleichen Mittel. Das Förderende wird durch die Stellung der Steuerkante 6 nach einer Verdrehung des Kolbens 5 bestimmt, die entsprechend der Zielsetzung ausgebildet ist. Bestimmend für die Förderung sind auch die Zulaufbohrungen 8, die wesentlich mitbestimmend sind für den Förderhub und die Fördermenge.

[0013] Die axiale Anhebung des Pumpenkolbens 5 erfolgt über eine an einem Schwinghebel 9 angeordnete Rolle 10, die in Wirkverbindung mit einem Nocken 11 einer Nockenwelle 16 steht. Zur Veränderung der Stellung der Rolle 10 zum Nocken 11 ist der Schwinghebel 9 auf einem Exzenter 12 gelagert, der entsprechend der Einstellung "früh" oder "spät" verstellbar ist. Hierdurch ändert sich die Position der Rolle 10 zum Nocken 11 und der Einspritzzeitpunkt ist veränderbar, das heißt, es kann der Einspritzzeitpunkt entsprechend dem Lastzustand des Motors verändert werden, was im Zusammenspiel mit der Förderung des Kraftstoffs über die Stellung der Steuerkante in der Einspritzpumpe 2 erfolgt.

[0014] Wie in Fig. 2 anhand des Diagramms näher dargestellt, ist der "frühe" Einspritzzeitpunkt E1 vor dem "späten" Einspritzzeitpunkt E in einem Bereich von minus 20° bis minus 10° des Kurbelwinkels K vor dem OT vorgesehen und die Einspritzung erfolgt bei einer Geschwindigkeit V des Pumpenkolbens 5 in einem Bereich von 2,5 bis 3,5 M/S. Insbesondere ist der Einspritzzeitpunkt um 14° Kurbelwinkel K vorverlegt und dies bei einer erhöhten Kolbengeschwindigkeit V von 3 m/s der Einspritzpumpe 2.

[0015] Die Vorverlegung des Einspritzzeitpunktes erfolgt bei der gezeigten Ausführung um ca. 14° Kurbelwinkel von E zu E2, wobei der Förderbeginn des Kraftstoffs insbesondere durch die Verstellung des Exzenter 12 am Schwenkhebel 9 erzielt wird und die Verlagerung der Kraftstoffförderung von ca. 1,8 m/s auf 3,5 m/s durch entsprechende Verdrehung des Pumpenkolbens 5 nach E1 erfolgt. Beide Maßnahmen ermöglichen eine Verlegung des Förderbeginns und des Einspritzpunktes in Richtung "früh".

[0016] Ausgehend von einer Basisauslegung wird somit eine doppelte (gegenläufige) Förderbeginn-Verstellung durchgeführt. Bei Teillast wird über die Lenkerwelle der Förderbeginn weit nach früh verschoben, von E auf E2. Um in Bereiche höherer Plungergeschwindigkeit zu gelangen, wird über die Pumpe wieder eine Rückstellung nach spät durchgeführt. Dadurch kommt eine Einstellung von E2 zu E1 zustande.

[0017] Hierdurch wird eine wesentlich höhere Einspritzintensität zu einem frühen Zeitpunkt zur Rußsenkung erzielt. Die Verbrennung bei Teillast wird intensiviert, um die Ruß-Emission zu reduzieren.

[0018] Neben dem Nockenprofil über einen exzentrischen Lenker ist eine Verdrehung der Nockenwelle im

Antriebszahnrad möglich. Die Verstellung des Förderbeginns erfolgt über die Förderbeginnseite die Plungers der Pumpe.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Dieselmotors, über eine Einspritzdüse (4), die mittels einer Druckleitung (3) mit einer Einspritzpumpe (2) verbunden ist, welche einen Pumpenkolben aufweist, wobei eine Steuereinrichtung (12), wie eine Exzentereinrichtung, zur Verstellung des Förderbeginns zwischen dem Pumpenkolben (5) und einer Nockenwelle (16) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pumpenkolben (5) verstellbar ist und eine Steuerkante (6) aufweist, die mit einer Steuerbohrung (8) zusammenwirkt, und wobei durch eine kombinierte Verstellung des Pumpenkolbens (5) in der Einspritzpumpe (2) bei Teil- und Schwachlast ein hoher Einspritzdruck an der Einspritzdüse (4) erzeugt wird, der in einem Bereich von etwa minus 20° bis minus 10° des Kurbelwinkels (K) vor OT des Motorkolbens und in einem Bereich der Geschwindigkeit (V) des Pumpenkolbens (5) von etwa 2,5 bis 3,5 m/s liegt, wobei der Pumpenkolben (5) der Einspritzpumpe (2) mit seiner Steuerkante (6) über eine Regelstange (15) in eine Förderrichtung "spät" verdrehbar ist und wobei dieser Verdrehbewegung in Richtung "spät" eine axiale Stellbewegung zum korrespondierenden Einspritzbeginn in Richtung "früh" über die mit dem Pumpenkolben (5) wirkverbundene Steuereinrichtung überlagert ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der hohe Einspritzdruck bei einem Kurbelwinkel (K) von etwa minus 14° vor OT des Motorkolbens und bei einer Geschwindigkeit (V) von etwa 3 m/s des Pumpenkolbens (5) liegt.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Exzentereinrichtung (12) aus einem auf einem Exzenter gehaltenen Schwinghebel (9) besteht, der mit seinem freien Ende mittels einer Rolle (10) zwischen dem Pumpenkolben (5) und einer Nockenwelle (16) angeordnet und über den Exzenter (12) zur Nockenwelle (16) in eine Einspritzstellung in Richtung "früh" einstellbar ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Exzenter (12) zur Verstellung der Rolle (10) des Schwinghebels (9) zur Nockenwelle (16) in Abhängigkeit von einer Teil- und Schwachlast des Motors einstellbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet, daß eine direkte Verdrehung der Nockenwelle über ein Antriebszahnrad einstellbar ist.

Claims

1. Method of injecting fuel into a combustion chamber of a diesel engine by means of an injection nozzle (4) connected via a pressure line (3) to an injection pump (2), which has a pump piston, a control device (12) such as an eccentric device disposed between the pump piston (5) and a camshaft (16) as a means of adjusting the start of delivery, **characterised in that** the pump piston (5) is displaceable and has a control edge (6) co-operating with a control bore (8), whereby a high injection pressure is generated at the injection nozzle (4) by a combined displacement of the pump piston (5) in the injection pump (2) at part and weak load, which is in the range of approximately minus 20° to minus 10° of the crankshaft angle (K) before TDC of the engine piston and in a range of the pump piston (5) speed (V) of approximately 2.5 to 3.5 m/s, it being possible for the pump piston (5) of the injection pump (2) to be rotated with its control edge (6) via a control rod (15) in a "late" delivery direction and this rotating motion in the "late" direction has an axial positioning movement to the corresponding start of injection in the "early" direction imposed on it by the control device actively connected to the pump piston (5).
2. Method as claimed in claim 1, **characterised in that** the high injection pressure occurs at a crankshaft angle (K) of approximately minus 14° before TDC of the engine piston and at a speed (V) of approximately 3 m/s of the pump piston (5).
3. Device for implementing the method as claimed in claims 1 or 2, **characterised in that** the eccentric device (12) comprises a rocker arm (9) retained on an eccentric which is disposed with its free end between the pump piston (5) and a camshaft (16) by means of a roller (10) and which can be displaced relative to the camshaft (16) by means of the eccentric (12) into an injection position in the "early" direction.
4. Device as claimed in claim 3, **characterised in that** the eccentric (12) can be adjusted in order to displace the roller (10) of the rocker arm (9) relative to the camshaft (16) depending on a part and weak load of the engine.
5. Device as claimed in one of claims 3 or 4, **characterised in that** a direct rotation of the camshaft can be adjusted by means of a drive gear.

Revendications

1. Procédé d'injection de combustible dans une chambre de combustion d'un moteur diesel au moyen d'un injecteur (4) relié par l'intermédiaire d'une conduite de pression (3) à une pompe d'injection (2) qui comprend un piston de pompe, un dispositif de commande (12), tel qu'un dispositif à excentrique, pour le réglage du début d'injection étant disposé entre le piston de pompe (5) et un arbre à cames (16), **caractérisé par le fait que** le piston de pompe (5) est réglable et présente une rampe de contrôle (6) qui coopère avec un orifice de contrôle (8), **par le fait que** par un réglage combiné du piston (5) dans la pompe d'injection (2), à charge partielle et à faible charge, une pression d'injection élevée est produite au niveau de l'injecteur (4) dans une zone d'environ moins 20° à moins 10° d'angle de manivelle (K) avant le point mort supérieur du piston du moteur et dans une zone de vitesse (V) du piston de pompe (5) d'environ 2,5 à 3,5 m/s, **et par le fait que** le piston de pompe (5) de la pompe d'injection (2) avec sa rampe de contrôle (6) peut être tourné à l'aide d'une crémaillère (15) dans une direction de refoulement « retardé » et qu'à cette rotation dans la direction « retardé » est combiné un réglage axial du début d'injection dans la direction « avancé » réalisé par l'intermédiaire du dispositif de commande lié fonctionnellement au piston de pompe (5).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** la pression d'injection élevée est disponible pour un angle de manivelle (K) d'environ moins 14° avant le point mort supérieur du piston du moteur et une vitesse (V) d'environ 3 m/s du piston de pompe (5).
3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** le dispositif à excentrique (12) comprend un levier oscillant (9) monté sur un excentrique, dont l'extrémité libre munie d'un galet (10) est disposée entre le piston de pompe (5) et un arbre à cames (16) et qui par l'intermédiaire de l'excentrique (12) peut être réglé dans la direction « avancé » par rapport à l'arbre à cames (16).
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** l'excentrique (12) pour le réglage du galet (10) du levier oscillant (9) est réglable par rapport à l'arbre à cames (16) en fonction d'une charge partielle et d'une faible charge du moteur.
5. Dispositif selon une des revendications 3 ou 4, **caractérisé par le fait qu'une** rotation directe de l'arbre à cames peut être opérée par l'intermédiaire d'un pignon d'entraînement.

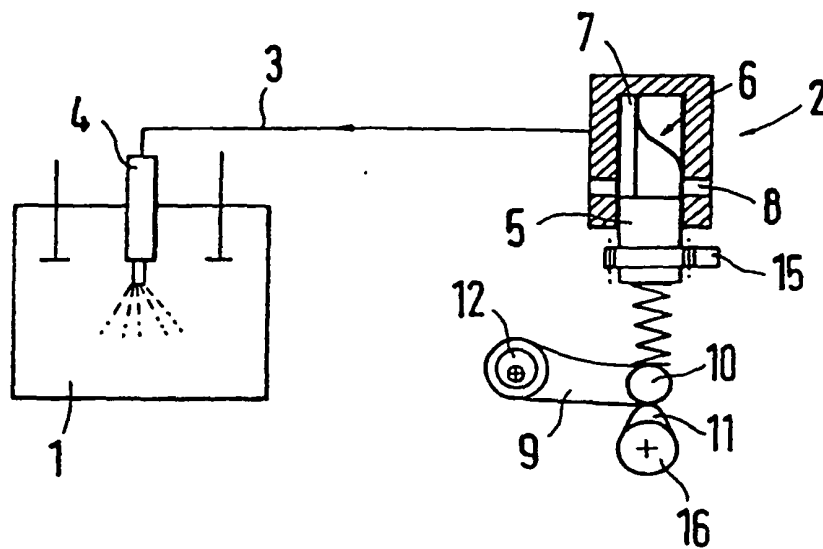


Fig. 1

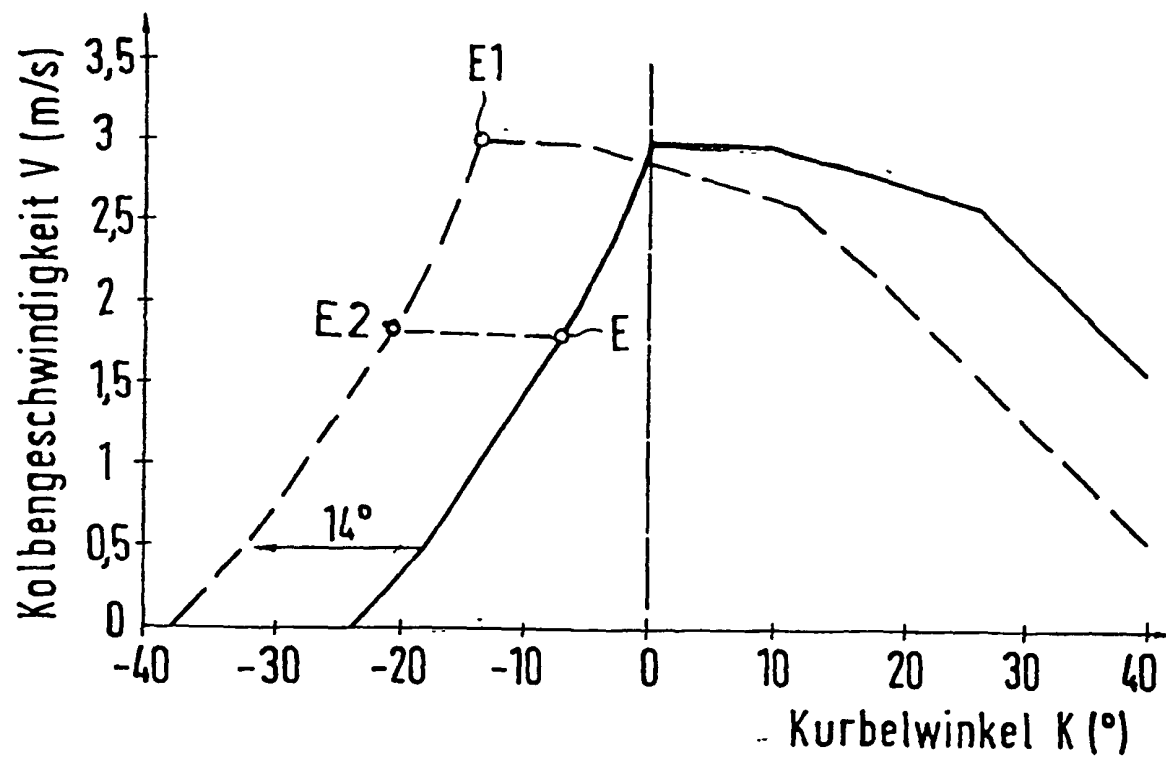


Fig. 2